

0- 793329

*На правах рукописи*



**ИЛЬИЧЕВ АНДРЕЙ ВАЛЕРИЕВИЧ**

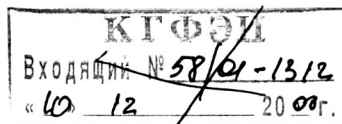
**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИПЕРГРАФОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ЗАО «АКОМ»)**

08.00.13 - Математические и инструментальные методы экономики

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Самара – 2008



Работа выполнена на кафедре «Прикладная информатика в экономике»  
Государственного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Поволжский государственный университет  
сервиса (ПВГУС)»

Научный руководитель доктор экономических наук, профессор  
Горелик Ольга Михайловна

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор  
Агафонова Валентина Васильевна

кандидат экономических наук  
Сафронов Андрей Сергеевич

Ведущая организация: Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования «Ульяновский государственный  
университет»

Защита диссертации состоится 30 декабря 2008 г. в 10<sup>00</sup> часов на  
заседании диссертационного совета ДМ 212.215.01 при государственном  
образовательном учреждении высшего профессионального образования  
«Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С.П. Королева» (СГАУ) по адресу: 443086, г.Самара, Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке СГАУ.

Автореферат разослан 28 ноября 2008 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КФУ



0000802127

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор экономических наук, доцент

М.Г. Сорокина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В современной конкурентной среде компании вынуждены постоянно реагировать на изменения рынка, находить инновативные решения и добиваться таким образом преимуществ перед конкурентами. Успешные компании молниеносно осваивают новые продукты, рынки, целые отрасли и способны так же быстро их покинуть. В последние годы большинство российских предприятий все чаще сталкивается с сильной конкуренцией со стороны иностранных компаний, прежде всего, из-за недостаточной производительности и низкого качества предлагаемых товаров и услуг. Чтобы оставаться конкурентоспособной, компания должна быть в состоянии быстро реагировать на происходящие изменения. При этом, одной из главных предпосылок адаптируемости компаний, является прозрачность их процессов, а вместе с этим возможность четко идентифицировать проблемные области и принять адекватные меры. Практика современного менеджмента подтверждает, что одной из наиболее часто применяемых мер как реакции систем управления на изменения внешней среды является изменение организационной структуры. Современные организации часто представляют собой сложные неоднородные и трудно формализуемые социально-экономические и производственно-технические системы. В связи с этим встает задача развития методик формального представления деятельности организаций, методов его применения для повышения обоснованности управленческих решений при разработке организационных структур.

**Состояние изученности проблемы.** Значительный вклад в изучение теоретических и методологических аспектов структурно-процессуальных подходов при проектировании деятельности, и организационных структур управления внесли Т.Питерс, Р.Уотерман, Д. Харрингтон, А.Фейгенбаум, Э.Деминг, Т. Давенпорт, М. Хаммер, Дж. Чампи, И. Имаи, М. Коленсо, Дж. Лайкер, М. Джордж, Дж. Вумек, а так же Д. Росс, в результате работы которого появились одна из самых известных и распространенных методологий бизнес-анализа - методология SADT (Structured Analysis and Design Technique) явившая собой основу для таких распространенных стандартов моделирования процессов как ARIS, IDEF и UML.

Появление новых концепций в организации управления, основанных на процессном и системных подходах, понятиях управления качеством, реинжиниринга бизнес-процессов, бенчмаркинга, аутсорсинга, активных систем дало возможность практического совершенствования сложных организационных структур, позволяющих непрерывно повышать их эффективность и конкурентоспособность.

В отечественной теории исследованиям систем управления и формированию эффективных структур управления посвящены работы

А. Аганбегяна, А.Афоничкина, В. Буркова, Д.Новикова, В.Винокурова, В.Лапидуса, Ю.Рубаника, Ю.Адлера, А. Богданова, О. Виханского, В.Волковой, Л. Евенко, Е.Кадышева, Б. Мильнера, А. Наумова, Т. Попова, В. Шорина и др.



Труды большинства этих ученых подтверждают, что основой для построения организационной структуры предприятия является его деятельность. Вместе с тем, работ посвященных математическим механизмам построения эффективных систем управления на основании представления сложных моделей процессов совместно с многоуровневыми организационными структурами, крайне мало. Существующие исследования в данной области, как правило, посвящены построению графических моделей для визуализации бизнес-процессов и синтеза на их основе организационных структур. Существование многочисленных методологических подходов к исследованию, анализу, проектированию бизнес-процессов, организационных структур и механизмов их представления требует обобщения и систематизации различных фундаментальных и эмпирических исследований, разработки новых, более адекватных методов совместного моделирования организационных структур и управляемых ими процессов.

**Цель и задачи исследования.** Основной целью исследования является повышение эффективности организационных структур за счет использования моделей и алгоритмов их проектирования на основе графов моделей бизнес-процессов.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- обзор существующих подходов, методов, и моделей проектирования организационных структур управления, систематизация проблем, возникающих при разработке и совершенствовании организационных структур;
- систематизация общих критериев оценки эффективности организационных структур;
- анализ существующих методов и средств моделирования бизнес-процессов и организационных структур;
- разработка экономико-математических моделей для совместного представления, анализа и синтеза организационных структур управления бизнес-процессами;
- создание методики и алгоритма синтеза оргструктур по моделям бизнес-процессов;
- построение моделей оценки характеристик анализируемых и синтезируемых организационных структур;
- разработка моделей выбора оптимальной оргструктуры из множества синтезированных оргструктур;
- разработка программного комплекса, выступающего инструментальной реализацией методики и алгоритмов проектирования организационных структур.

**Область исследования** исследование проведено в рамках специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики, п.п. 2.3.



Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях.

**Объектом исследования** является, организационные структуры предприятий всех организационно-правовых форм собственности с учетом их деловой части.

**Предметом диссертационного исследования** выступают экономико-математические модели и методы проектирования организационных структур с учетом бизнес-процессов реализуемых в исследуемых системах

**Методологической и теоретической базой** исследования служат результаты научных исследований отечественных и зарубежных ученых в области экономики и управления предприятиями, теории и практики совершенствования качества управления организациями за счет использования математических моделей, структурно-процессуальных и других подходов.

Исследование проведено с использованием действующих систем менеджмента качества и технологий SADT, нормативных документов IDEF, ARIS, UML, регулирующих процесс моделирования производственных процессов в том числе в сфере управления.

Информационную базу исследования составляют данные Российского статистического агентства, Государственного комитета по статистике, материалы министерства экономики, статистические данные по экономическому развитию отечественных и зарубежных предприятий, экономические периодические издания, отчетная и регламентационная документация предприятий.

Для решения поставленных задач были использованы: методы комплексного экономического анализа, системного анализа и синтеза, теория графов, методология моделирования и принятия управленческих решений.

**Научная новизна** результатов работы заключается в следующем:

- Выявлены экономико-математические свойства матрицы достижимости, позволяющие сформировать конструктивный механизм формирования организационной структуры предприятия по модели бизнес-процессов, и разработан алгоритм формирования матрицы достижимости по матрице смежности;

- Предложена методика формирования организационной структуры предприятия, реализующая взаимосвязь между управленческой структурой и структурой бизнес-процессов с учетом ограничений на уровни компетенций и возможности функциональных подразделений;

- Разработана экономико-математическая модель оценки эффективности организационной структуры, включающая в себя комплекс критериев, в том числе, оперативность и компетентность принятия решений;

- Построен алгоритм синтеза организационной структуры, на основе моделей бизнес-процессов, позволяющий оптимизировать процессно-организационную матрицу.

**Практическая значимость** состоит в том, что разработанные модели и алгоритмы позволяют решать актуальные задачи формирования рациональной организационной структуры на основе построения графа модели бизнес-процессов, обеспечивая повышение экономического эффекта деятельности организаций с учетом реальных ограничений. Разработан математический аппарат и программный комплекс для поддержки принятия решений при проектировании организационных структур. Модели и алгоритмы проектирования организационной структуры по моделям бизнес-процессов использованы в организациях ЗАО «МАП» и ЗАО «АКОМ», применяются в учебных процессах Волжского университета им. В.Н. Татищева и Поволжского Государственного Университета Сервиса.

**Апробация работы** Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались автором на научно-практических конференциях: Международной научно-технической конференции «Синергетика природных, технических и социально-экономических систем» (Тольятти, 2007), Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством: теория, методология, практика» (Саранск, 2007), Международной научно-практической конференции Татищевские чтения: Актуальные проблемы науки и практики (Тольятти, 2006, 2008г.г.).

Модели и алгоритмы проектирования процессно-ориентированных организационных структур нашли отражение в учебно-методическом пособии по курсу «Управление процессами».

Основное содержание диссертации отражено в 14 печатных работах, в том числе в ведущих рецензируемых журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией – 1. Общий объем публикаций составляет 2,55 п.л.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, содержащего 288 наименований источников и приложений. Работа содержит 179 страниц машинописного текста, 34 таблицы и 32 рисунка.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении аргументирована актуальность темы диссертации, поставлены цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, раскрыта и обоснована научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе** «Подходы к проектированию организационных структур», для решения задач по систематизации проблем, возникающих при разработке и совершенствовании организационных структур, и общих критериев оценки эффективности организационных структур рассмотрены подходы к организационному проектированию. Даны понятия и терминология организационной структуры управления. Определено место организационной структуры в системе управления, рассмотрена эволюция подходов к проектированию организационных структур управления и выявлены наиболее перспективные из них. Определены данные и этапы, предвещающие построение организационной структуры. Систематизированы проблемы, возникающих при разработке и совершенствовании организационных структур, связанные с распределенным профессиональным управлением: административным и функциональным (компетентным), конфликте целей, уровней детализации.

Определена информация достаточная для построения эффективной организационной структуры предприятия, включающая стратегические цели компании, уровни управления компаний, модель бизнес-процессов или функциональная модель деятельности компании, условия выполнения процессов или функций, нормы численности для выполнения бизнес-процесса или функции, специфические ограничения организационной структуры. В результате анализа определены достоинства и недостатки процессного и функционального подходов к построению организационных структур. Отмечено, что только использование моделей бизнес-процессов при построении организационных структур позволяет синтезировать комплексную процессно-функциональную структуру наиболее эффективную с точки зрения оперативности и компетентности выполнения процессов, использования ресурсов, ориентации на потребителя, мотивации сотрудников и других заинтересованных сторон. Произведен обзор математических моделей и критериев используемых для оценки организационных структур управления. Установлено, что модели для оценки эффективности структур, дифференцированных по различным показателям, в том числе по оперативности и компетентности требуют дальнейшей разработки.

**Во второй главе** «Методики и инструменты построения моделей бизнес-процессов и организационных структур управления Методики и инструменты построения моделей бизнес-процессов и организационных структур управления», с целью решения задач анализа существующих концепций, методов и средств моделирования бизнес-процессов и организационных структур, рассмотрены методики и инструменты построения моделей организационных структур управления и бизнес-процессов. Проведен анализ концепций процесса построения организационных структур, включающих разработку систем целей и показателей, методы и средства моделирования бизнес-процессов. На основании приведен сравнительного анализа эффективности средств организационного моделирования по функциональным возможностям, таких как ARIS, Busines Studio, BP-Win, отмечена их общая направленность на визуализацию представления и документирование, для целей создания информационных систем, систем управления качеством, оценки

стоимости и времени выполнения процессов без учета влияния организационных структур. В этой связи, задачи синтеза организационных структур требуют разработки алгоритма вывода решений по моделям управляемых ими бизнес-процессов с целью повышения эффективности их выполнения.

По результатам проведенных исследований сформулированы основные требования к моделированию бизнес-процессов и управляемых ими организационных структур для решения задач анализа и синтеза организационных структур, главные среди которых – возможность взаимосвязанного представления различных частей моделей (соответственно, процессной и организационной), четкая идентификация элементов по их принадлежности к соответствующей модели для целей анализа и синтеза, ацикличность представления соответствующих структур для возможности детализации анализа до уровня отдельного элемента модели и отражения степени влияния организационных структур на характеристики бизнес-процессов.

В третьей главе «Разработка моделей и алгоритмов проектирования организационных структур управления по бизнес процессам», для решения задач разработки моделей, позволяющих анализировать и синтезировать организационные структуры, разработаны гиперграфовая модель и обобщенная методика, в которой определена последовательность и правила разработки моделей. В разработанной методике бизнес процессы и организационные структуры предложено представлять в виде множества связанных ациклических ориентированных гиперграфов (гиперорграфов). Ацикличность гиперграфового представления бизнес-процессов достигается за счет предложенных в методике моделирования правил декомпозиции бизнес-процессов по стадиям и уровням управления, и клонирования повторно выполняемых функций в пределах выполнения одной стадии.

Гиперорграф (сигнальный гиперграф)  $G(Z^{r,\dots,m}, E)$  – непустое конечное множество элементов  $\{Z_i\}$ , сгруппированных в индексированные  $r$ -е и  $m$ -е подмножества  $\{\{Z_i\}^{r,\dots,m}, \dots, \{Z_i\}^{r,\dots,m}\}$  и множество направленных взаимосвязей  $\{E_{ij}\}$  между элементами. Пример ациклического гиперорграфа, состоящего из 6-ти элементов (вершин), 4-х гипервершин (подмножеств вершин и гипервершин) и 5-ти направленных отношений (дуг) между вершинами, представлен на Рисунке 1.

Пример типовой модели бизнес-процесса, построенной с учетом требований и правил предложенной методики для дальнейшего представления в виде гиперорграфа  $G(Z^{r,\dots,m}, E)$  и математического аппарата его анализа – матриц достижимости, показан на Рисунке 2.

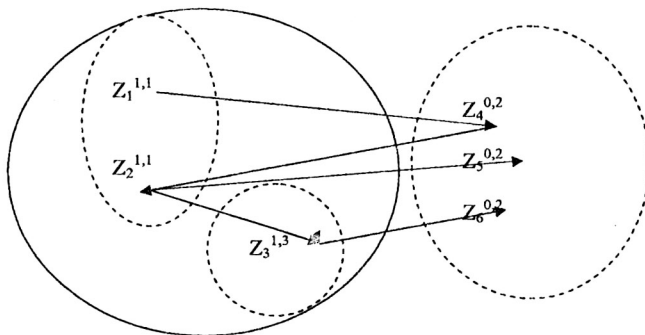


Рисунок 1. Пример ациклического гиперорграфа  $G(Z_r, E)$ .

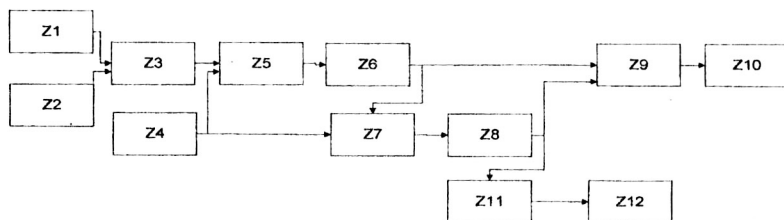


Рисунок 2. Пример модели бизнес процесса

Для формализованного анализа ациклических ориентированных графов моделей бизнес-процессов в работе предлагается специальный математический аппарат. Математический аппарат основан на выявленных свойствах матрицы достижимости  $A_{N,N}$ , размерами  $N \times N$ ,  $i=1, N$ ,  $j=1, N$ , где  $N$  - суммарное количество элементов бизнес-процесса, образующих бинарные отношения орграфа, и матрицы организационных диаграмм, отражающих разбиение элементов на вложенные и пересекающиеся подмножества  $Z^{r, \dots, m}$  элементов гиперорграфа  $G(Z^{r, \dots, m}, E)$ , где  $r$  и  $m$  - индексы объединения элементов в иерархические подмножества организационной структуры управления. Иерархия отношений между подмножествами отражается порядком следования индексов. Номер индекса равный 0 означает образование пустой гипервершины на соответствующем уровне объединения (управления).

Элементы  $a_{ij}^{r, \dots, m}$  матрицы достижимости  $A_{N,N}^{r, \dots, m}$  отражают наличие пути между, соответственно,  $i$ -м и  $j$ -м элементами  $Z_i^{r, \dots, m}$ ,  $Z_j^{r, \dots, m}$  структурно-логической модели бизнес-процесса.  $a_{ij}^{r, \dots, m}$  принимают значения из множества  $\{0, 1\}$ .

При  $i \neq j$   $a_{ij}^{r, \dots, m} = 1$  тогда и только тогда, когда элемент с номером  $i$  достижим из элемента с номером  $j$ .

При  $i=j$  всегда  $a_{ij}^{r, \dots, m} = 1$ , т.е. компонент достижим сам из себя.

В работе предложен и реализован алгоритм формирования матрицы достижимости  $A_{N,N}$  по транспонированной матрице смежности  $E_{N,N}^m$ . Поскольку при  $i=j$   $a_{ij}^{r, \dots, m} = 1$ , исходной матрицей для вычисления матрицы

достижимости  $A_{N,N}$  является единичная матрица, рекурсивная процедура вычислений  $A_{Nj}$  выполняется по формуле 1 до тех пор, пока в столбце не будут отражены все элементы модели достижимые из элемента с номером  $j$ .

$$A_{Nj} = A_{Nj} \cup E_{Nk}^m, \quad (1)$$

для всех  $k=i$ ,  $i=1, N$ , для которых в столбце  $A_{Nj}$  выполняется условие:  $a_{ij}^{r, \dots, m} = 1$ , где  $\cup$  - логическая функция объединения.

Пример процессно-организационной матрицы, представляющей собой взаимосвязанные матрицу достижимости процесса, изображенного на Рисунке 2, и матрицу синтезированной для его управления трехуровневой организационной структуры представлен в Таблице 1.

Таблица 1. Пример процессно-функциональной матрицы

			1-й руководитель орг.структуры												
			Зам по направлению 1				Зам по направлению 2				Зам по направлению 3				
			Функция 1.1		Функция 1.2		Функция 2.1		Функция 2.2		Функция 3.1		Функция 3.2		
			№	1	2	10	4	5	7	6	8	3	9	11	12
1-й руководитель орг.структуры	Зам по направлению 1	1.1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1.2	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Зам по направлению 2	2.1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
			5	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
			7	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
		2.2	6	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
			8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	Зам по направлению 3	3.1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
			9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
			11	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
3.2		12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	

Свойствами матрицы достижимости  $A_{N,N}^{r,\dots,m}$  в предложенной модели представления описываемых бизнес- процессов и организационных структур в форме, гиперорграфа  $G(Z^{r,\dots,m}, E)$  будут:

Свойство 1. Матрицы достижимости  $A_{N,N}^{r,\dots,m}$  ациклических орграфов  $G(Z^{r,\dots,m}, E)$  не содержат одинаковых строк и столбцов.

Следствие свойства 1. Модель обеспечивает сравнительный анализ выполнения работ отдельными ее элементами.

Свойство 2. Любой  $j$ -й столбец матрицы  $A_{N,j}^{r,\dots,m}$ ,  $j=1, N$ , будет отражать в виде значений  $a_{ij}^{r,\dots,m}=1$  те индексы  $i$ -х элементов,  $i=1, N$ ,  $Z_i^{r,\dots,m}$ , которые достижимы из элемента  $Z_j^{r,\dots,m}$ .

Следствие свойства 2. Любой  $j$ -й столбец матрицы  $A_{N,j}^{r,\dots,m}$ ,  $i=1, N$ ,  $j=1, N$ , содержащий один и только один элемент  $a_{ij}^{r,\dots,m}=1$  будет соответствовать одному из конечных элементов - элементов выхода из гиперорграфа  $G(Z^{r,\dots,m}, E)$ .

Свойство 3. Любая  $i$ -я строка матрицы  $A_{i,N}^{r,\dots,m}$ ,  $i=1, N$ , будет отражать в виде значений  $a_{ij}^{r,\dots,m}=1$  те индексы  $j$ -х элементов,  $j=1, N$ ,  $r$ -х и  $m$ -х подмножеств  $Z_j^{r,\dots,m}$ , из которых элемент  $Z_i^{r,\dots,m}$  достижим.

Следствие свойства 3. Любая  $i$ -я строка матрицы  $A_{i,N}^{r,\dots,m}$ ,  $i=1, N$ ,  $j=1, N$ , содержащая один и только один элемент  $a_{ij}^{r,\dots,m}=1$ , будет соответствовать одному из начальных элементов - элементов входа в гиперорграф  $G(Z^{r,\dots,m}, E)$ .

При использовании строк и столбцов матрицы достижимости  $A_{N,N}^{r,\dots,m}$ , в качестве предикатов для формального вывода решений и с учетом вышеперечисленных их свойств реализуются следующие процедуры анализа функционирования моделей процессно-ориентированных организационных структур, определенные леммами.

Лемма 1. Подмножество  $j$ -х элементов, участвующих в образовании несколько различных выходов  $k, m$  и  $n$  одного или несколько взаимосвязанных процессов определяется подмножеством элементов  $d_j=1$  вектора  $D_N(k \& m \& n)$  вычисленного как логическое произведение строк матрицы достижимости  $A_{i,j}^{r,\dots,m}$ , для  $i=k, m$  и  $n$ :

$$D_N(k \& m \& n) = A_{k,N}^{r,\dots,m} \& A_{m,N}^{r,\dots,m} \& A_{n,N}^{r,\dots,m}, \quad (2)$$

где  $D_N(k \& m \& n)$  -результатирующая строка;

$A_{k,N}^{r,\dots,m}$ ,  $A_{m,N}^{r,\dots,m}$ ,  $A_{n,N}^{r,\dots,m}$  - строки соответствующие анализируемым

выходам одного процесса и/или взаимосвязанных процессов;

&- операция поэлементного логического произведения строк.

Лемма 2. Подмножество  $j$ -х элементов, участвующих в образовании выхода  $k$ , но не участвующих в образовании выхода  $n$  одного или несколько взаимосвязанных процессов определяется подмножеством элементов  $d_j=1$  вектора  $D_N(k \& \bar{n})$ , вычисленного как логическое произведение соответственно не инвертированной значений элементов  $A_{k,N}^{r,\dots,m}$ , и инвертированных значений элементов  $A_{n,N}^{r,\dots,m}$  соответствующих  $k$  и  $n$  строк матрицы достижимости  $A_{N,N}^{r,\dots,m}$ :

$$D_N(k \& \bar{n}) = A_{k,N}^{r,\dots,m} \& \bar{A}_{n,N}^{r,\dots,m}. \quad (3)$$

Аналогичные леммы справедливы для анализа последствий выполнения различных функций при использовании значений столбцов матрицы достижимости  $A_{N,N}^{r,\dots,m}$ .

Блок схема предложенной обобщенной методики проектирования организационных структур представлена на Рисунке 3.

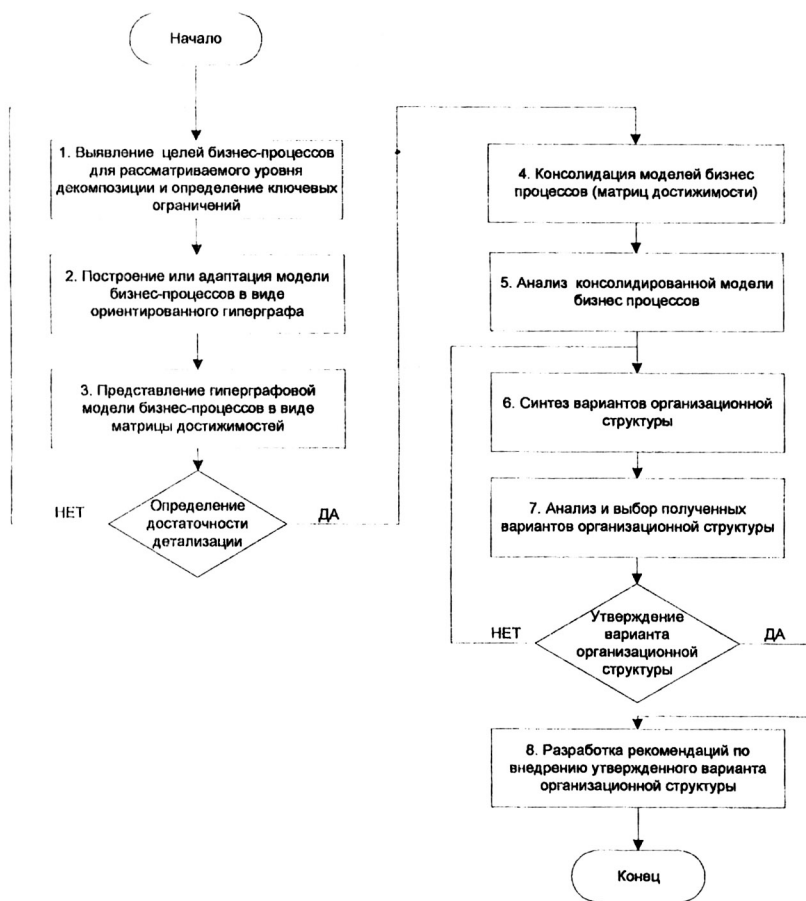


Рисунок 3. Блок схема обобщенной методики проектирования организационных структур

Разработанный алгоритм синтеза организационной структуры при структурно процессуальном подходе состоит из поиска всех входов в рассматриваемую часть модели исходного бизнес процесса, всех возможных комбинаций входов в бизнес-процесс, всех выходов из бизнес-процесса и их комбинаций, общих частей бизнес-процесса для всех входов и всех выходов и их различных комбинаций. Алгоритм синтеза состоит из следующих шагов.

1. Пойти все входные функциональные элементы – входные вершины сигнального графа модели  $G(Z, E)$ .



Индексы входных вершин  $G(Z,E)$  находятся как подмножество  $V$  мощности  $n \leq N$  индексов  $i$ -х строк матрицы достижимости  $A_{N,N}$ , для которых выполняется равенство:

$$\sum_j^N a_{ij} = 1. \quad (4)$$

2. Для всех  $n$  входов  $G(Z,E)$  и их комбинаций сформировать по процессному принципу организационные единицы  $Z^i$  – гипервершины гиперграфа  $G(Z,E)$ , построенного на ориентированном графе  $G(Z,E)$ .

Индексы элементов, входящие в состав гипервершин  $Z^i$ , найти как непересекающиеся пути  $j$ -х столбцов  $A_{Nj}$  матрицы  $A_{N,N}$ . Состав элементов каждого из  $n$  путей вычислить как непересекающихся последовательности вершин в виде столбцов  $B_N^i$ , взаимосвязанных с входными  $i$ -ми вершинами.  $B_N^i$  вычислить как поэлементные логические произведения соответствующих столбцов матрицы  $A_{N,N}$  по формуле:

$$\forall j \in V \ \& \ \forall k \in V, j \neq k : \{B_N^i = A_{Nj} \ \& \ \{A_{Nk}\}\}, \quad (5)$$

где  $i, j, k$  – индексы столбцов матрицы  $A_{N,N}$ ,  $i=j$ ;

$A_{Nj}$  и  $A_{Nk}$  – соответственно инвертированный и не инвертированный столбцы матрицы достижимости  $A_{N,N}$ ;

$B_N^i$  – результирующий столбец, соответствующий  $i$ -му входному пути – последовательности взаимосвязанных вершин.

Общее число рассматриваемых вариантов входных путей с учетом их возможных комбинаций будет равно  $P(n)$ :

$$P(n) = 2^n - 1, \quad (6)$$

где  $n$  – мощность множества входов  $V$ .

Состав элементов в комбинациях входов определяется как состав элементов в их объединении по формуле:

$$\forall i \in V \ \& \ \forall k \in V, i \neq k : B_N^{i,k} = B_N^i \cup B_N^k, \quad (7)$$

где  $i, k$  – индексы входов объединяемых в одну организационную единицу.

3. Для всего множества  $i$ -х входных путей  $\{V\}$  и их возможных комбинаций вычислить значения параметров. При выполнении неравенства

$$\sum_j^N b_j^i > 1, \quad (8)$$

где  $b_j^i$  – значения элементов  $i$ -го результирующего столбца  $B_N^i$ ,  $b_j^i \in \{0,1\}$ , значения аддитивных и мультипликативных параметров организационных единиц вычисляется по соответствующим формулам 14-20.

4. Найти все выходные функциональные элементы – выходные вершины сигнального графа модели  $G(Z,E)$ , как подмножество  $W$  мощности  $m \leq N$  индексов  $j$ -х столбцов матрицы достижимости  $A_{N,N}$  для которых выполняется равенство:

$$\sum_i^N a_{ij} = 1, \quad (9)$$

где  $a_{ij}$  – значение элементов  $j$ -го столбца матрицы  $A_{N,N}$ ,  $a_{ij} \in \{0,1\}$ .

5. Для всех  $m$  выходов  $G(Z,E)$  и их комбинаций сформировать организационные единицы  $Z^i$ .

Для всех  $i$ -х строк  $A_{i,N}$  матрицы  $A_{N,N}$ , индексы которых принадлежат наименьшему подмножеству выходов  $W$  мощности  $m$ , вычисляются  $m$  выходных путей, непересекающихся последовательностей вершин  $D_{iN}$ , взаимосвязанных с выходными  $i$ -ми вершинами, как поэлементные логические произведения строк матрицы  $A_{N,N}$  по формуле:

$$\forall i \in W \ \& \ \forall k \in W, i \neq k : \{D^j_N = A_{iN} \ \& \ \{A_{kN}\}\}; \quad (10)$$

где  $\bar{A}_{iN}$  и  $A_{iN}$  соответственно инвертированная и не инвертированная строки матрицы достижимости  $A_{N,N}$ ;

$\bar{D}^j_N$  - результирующая строка, соответствующая последовательности вершин взаимосвязанных с  $j$ -ой выходной вершиной, при  $i=j$ .

Общее число рассматриваемых вариантов выходов

$$P(m)=2^m-1, \quad (11)$$

где  $m$  - мощность множества выходов  $W$ .

Состав элементов в комбинациях выходов определяется как состав элементов в их объединении по формуле:

$$\forall j \in W \ \& \ \forall k \in W, j \neq k : D^{j,k}_N = D^j_N \cup D^k_N, \quad (12)$$

где  $j,k$  - индексы выходов объединяемых в одну организационную единицу;

$\bar{D}^j_N$  - результирующая строка, соответствующий  $j$ -му выходному пути.

6. Для всего множества  $j=x$  выходных путей  $\{W\}$  и их возможных комбинаций по аналогии с 4 вычислить значения параметров.

7. Пайти все внутренние подпроцессы на графе  $G(Z,E)$  как общие пути всех входов и выходов и их комбинаций по формуле:

$$\forall i \in V \ \& \ \forall j \in W : \{Q^k_N\} = \{\bar{B}^i_N\} \ \& \ \{\bar{D}^j_N\}, \quad (13)$$

где  $\bar{B}^i_N$  - инвертированный столбец, соответствующий  $i$ -му входному пути или  $i$ -й комбинации входных путей, объединенных общим управлением;

$\bar{D}^j_N$  - инвертированная строка, соответствующий последовательности вершин взаимосвязанных с  $j$ -ой выходной вершиной или  $j$ -й комбинацией выходов, объединенных общим управлением.

8. При достаточно длинных путях, более 9 элементов, разбить их на составляющие.

9. Для всего множества  $k=x$  внутренних путей по отношению к  $k$ -м комбинациям объединений входов  $\{V^k\}$  и выходов  $\{W^k\}$  по аналогии с шагом 3 вычислить значения параметров.

10. На последующих этапах синтеза полученные подмножества процессов  $\{B^i\}, \{D^j\}$  и  $\{Q^k\}$  объединять до образования множества вариантов централизованной структуры управления.

11. Провести выбор варианта структуры управления в соответствии с заданной целевой функцией и принятыми ограничениями.

Для оценки эффективности организационной структуры предложены критерии оперативности, компетентности, стоимости и уровень взаимодействия, а также модели для их оценки. Так оперативность

организационной структуры предложено оценивать через коэффициенты готовности  $K_{\Gamma}$  отдельных её элементов и структуру их взаимодействия. Уровень компетентности  $R$  через вероятности принятия правильного решения и структуру взаимодействия.

В  $r$ -уровневой (иерархической) организационной структуре при разделении полномочий принятия решений, общий коэффициент готовности организационного элемента бизнес-процесса в предлагаемой модели определяется по формуле:

$$K_{\Sigma} = \sum_{e=1}^r P^e * K_{\Sigma}^e, \text{ при } \sum_{e=1}^r P^e = 1, \quad (14)$$

где  $P^e$  – вес (относительная доля) выполнения работ  $e$ -м уровнем управления;

$K_{\Sigma}^e$  – коэффициент готовности  $e$ -го уровня управления.

В различных случаях функционального и процессного управления коэффициент готовности  $e$ -го уровня управления определяется по различным формулам.

При функциональном управлении как совместный коэффициент:

$$K_{\Sigma}^e = \prod_{\epsilon} K^{\epsilon}, \quad (15)$$

где  $K^{\epsilon}$  – собственный коэффициент готовности элемента  $e$ -го уровня управления.

При процессном управлении через функцию совместной неготовности принятия решений различными уровнями управления:

$$K_{\Sigma}^e = 1 - \prod_{\epsilon} (1 - K^{\epsilon}). \quad (16)$$

Коэффициент компетентности  $R$ , напротив, при функциональном управлении как функция совместной не компетентности при принятии решений:

$$R^e = 1 - \prod_{\epsilon} (1 - R^{\epsilon}). \quad (17)$$

Компетентность  $i$ -ой последовательности выполнения работ определяется как средняя компетентность по формуле:

$$R_i = \sum_{j=1}^N \sum_{e=1}^r P_j^e (1 - \prod_{\epsilon=1}^r (1 - R_{ij}^{\epsilon})) a_{ij} / \sum_{j=1}^N a_{ij}, \quad (18)$$

где  $a_{ij} = \{0,1\}$  элементы матрицы достижимости.

Общий коэффициент готовности организационной структуры, управляющей бизнес-процессом имеющим несколько выходов, предложено определять по формуле:

$$K_{\Gamma} = \sum_{i=1}^n Q_i * \prod_{j=1}^m K_{\Gamma_{ij}}^{r, \dots, m}(a_{ij}^{r, \dots, m}), \text{ при } \sum_{i=1}^n Q_i = 1 \text{ и } n \leq m, \quad (19)$$

где  $K_{\Gamma_{ij}}^{r, \dots, m}(a_{ij}^{r, \dots, m})$  – коэффициент готовности  $j$ -го элемента организационной структуры в составе  $i$ -го бизнес-процесса, определяемого вектором матрицы достижимости как  $K_{\Gamma_{ij}}^{r, \dots, m}(a_{ij}^{r, \dots, m}) = K_{\Gamma_{ij}}^{r, \dots, m} \cup \bar{a}_{ij}^{r, \dots, m}$ .

$Q_i$  — относительная доля  $i$ -го бизнес-процесса в объемных показателях деятельности организации или относительные коэффициенты их важности.

Стоимость управления  $i$ -м подпроцессом, например, входным  $C_i$  как

$$C_i = \sum_{j=1}^N C_{ij} b_{ij} + C_{e_i}, \quad (20)$$

где  $C_{ij}$  — стоимость управления функцией  $j$ -го элемента;

$C_{e_i}$  — стоимость  $e$ -м уровнем управления  $i$ -ой входным подпроцессом;

$b_{ij}^i$  — элементы столбца, соответствующего  $i$ -му подпроцессу,  $b_{ij}^i \in \{0, 1\}$ .

Задача выбора оптимального варианта организационной структуры сформулирована следующим образом. Найти экстремальное значение оценочной функции  $F(Z^k)$  из  $k$  вариантов иерархически связанных совокупностей гипервершин (оргструктур) построенных на множестве сигнальных графов (бизнес процессов) по некоторому параметру  $X_i$  или их совокупности,  $F(X_i^k) = \max(\min)$ , при заданных ограничениях на значения множества  $i$ -х оценочных функций  $X_j$ -х параметров  $\{f(X_j^k)\} \leq X_{j0}$

$$\text{Для } \forall i = 1, N : \sum_{j=1}^N a_{ij}^{r, \dots, m} = 1$$

$$K_i = \sum_i Q_i * \prod_{j=1}^{r, \dots, m} K_{ij} (a_{ij}^{r, \dots, m}) = \max, \quad (21)$$

при  $\sum_{i=1}^N Q_i = 1$ ,

$$R = \sum_i Q_i \left( \sum_{j=1}^N R_{ij} a_{ij}^{r, \dots, m} / \sum_{j=1}^N a_{ij}^{r, \dots, m} \right) \leq R_0$$

$$\sum_{r, \dots, m} C_{ij}^{r, \dots, m} < C_0,$$

где  $K_{ij}^{r, \dots, m}(a_{ij}^{r, \dots, m})$  — коэффициент готовности  $j$ -го элемента организационной структуры в составе  $i$ -го бизнес-процесса, находящегося под оперативным управлением  $r$ -х и  $m$ -х элементов организационной структуры;

$R_{ij}^{r, \dots, m}$  — коэффициент компетентности  $j$ -го элемента организационной структуры в составе  $i$ -го бизнес-процесса, находящегося под функциональным управлением  $r$ -х и  $m$ -х элементов организационной структуры;

$Q_i$  — относительная доля или коэффициент важности  $i$ -го бизнес-процесса в деятельности организации;

$C_{ij}^{r, \dots, m}$  — стоимость элементов организационной структуры всех уровней управления;

$R_0, C_0$  — заданные ограничения на компетентность и стоимость организационной структуры управления.

На примере бизнес процессов ЗАО «АКОМ» оптимизация выбора варианта организационной структуры из множеств синтезированных возможных вариантов проводилась экспертами по пяти нормированным критериям: компетентности  $R$ , готовности  $K$ , число организационных

элементов, число связей, контролируемых управляющим элементом первого уровня, по стоимости  $S$  организационной структуры (Рисунок 4).

В качестве модели выбора и оценки организационных структур в работе предложено в дополнение к наиболее часто используемой линейной свертке использовать выбор по вектору критериев, дополненный коэффициентами важности. В частности, на этапе экспертной оценки варианты организационной структуры предлагается оценивать как степень достижения по максимуму минимального значимого критерия при выполнении заданных ограничений:

$$Q = \bigcup_{k=1}^m \bigcap_{i=1}^n \{B_i \rightarrow O_{ik}\}, \text{ при выполнении ограничений} \quad (22)$$

$$\{O_{ik} \leq O_{io}\},$$

где  $\cup$ ,  $\cap$  - соответственно, функции объединения и пересечения по  $k$  и  $i$  элементов множеств пар импликаций  $\{B_i \rightarrow O_n\}$  мощностей  $m$  и  $n$ ,  $k=1, m$ ,  $i=1, n$ ;

$B_i$  - коэффициент важности  $i$ -го критерия оценки по нормированной шкале, принятой для оценки критериев;

$O_{ik}$  - оценка  $i$ -го параметра  $k$ -го решения по нормированной шкале;

$\rightarrow$  - логическая операция импликации.

Для решения задач проектирования организационных структур в работе описаны алгоритм и созданы инструментальные средства (ИС), реализующие графическое и математическое обеспечение поддержки принятия решений. Программный комплекс позволяет визуально представлять гиперорграфовую модель бизнес-процессов, и на основании построенной модели формировать матрицу достижимости. Программный комплекс позволяет также производить необходимые логические операции анализа матрицы достижимости для построения вариантов организационных структур, производить анализ и выбор полученных вариантов в соответствии с предложенными критериями оценки. Программный комплекс реализован в виде трех взаимосвязанных модулей:

- модуль управления,
- модуль построения визуальной гиперорграфовой модели бизнес-процессов,
- модуль построения и анализа матрицы достижимости, синтеза и оценки вариантов организационных структур.

В четвертой главе «Реструктуризация организационной структуры подразделения промышленного предприятия (на примере ЗАО «АКОМ»)» проведен анализ причин необходимости непрерывного совершенствования организационной структуры управления, приведен пример проектирования организационной структуры по бизнес-процессу. Сравнительные характеристики нормированных критериев десяти вариантов организационной структуры для бизнес-процесса ОП 04.002 «Закупки» представлены на Рисунке 4.



Рисунок 4. Нормированные критерии 10 вариантов ОС для ОП 04.002.

Разработанные автором методика, алгоритмы, экономико-математические модели и инструментальные средства анализа и синтеза организационных структур были апробированы и внедрены на предприятиях ЗАО «АКОМ» и ЗАО «МАП» в разрезе комплекса выполняемых функций. До внедрения авторских разработок на предприятиях были разработаны модели бизнес-процессов в нотациях стандарта IDEF0, но т.к. данные нотации не позволяют проводить формальный анализ взаимосвязей с использованием математических методов, то в ходе выполнения проектов диаграммы стандарта IDEF0 были перенесены в гиперографовую модель представления бизнес процессов. Синтез организационных структур на основе графов моделей бизнес-процессов позволил организациям провести их совершенствование и получить экономический эффект.

### Выводы и результаты

1. На основании произведенного анализа существующих подходов к организационному проектированию в рамках разработки и оценки характеристик организационных структур выявлена тенденция использования системного и процессного подходов, позволяющие наиболее эффективно производить реструктуризацию, мониторинг и совершенствование организационных структур.

2. Обзор существующих инструментальных средств моделирования организационных структур и протекающих под их управлением бизнес-процессов позволил выявить области для их улучшения, в частности, касающиеся совместного представления организационных структур и бизнес-процессов, формализованного анализа организационных структур с целью создания систем поддержки принятия решений при их мониторинге и синтезе.

3. Предложенная в диссертационной работе обобщенная методика совместного экономико-математического моделирования организационных структур и управляемых ими бизнес-процессов позволила наглядно и однозначно описывать организацию с помощью взаимосвязанного множества ациклических ориентированных гиперграфов.

4. Гиперорграфовое представление моделей организационной структуры в свою очередь позволило использовать логический аппарат вывода для поддержки принятия решений при анализе и синтезе организационных структур.

5. Разработанная методика и алгоритм синтеза организационной структуры управления по моделям бизнес-процессов, позволяют снизить вероятность ошибок и потерь времени в процессе передачи результатов деятельности, в том числе документов и информации, между подразделениями, повысить оперативность принятия управленческих решений, сократить трудовые затраты линейных руководителей в разрешении конфликтов между подразделениями, связанных с перекладывание ответственности с одного подразделения на другое, повысить уровень взаимодействия между элементами организационной структуры.

6. Предложенные в работе критерии и модели оценки эффективности организационных структур с использованием специальных матриц достижимости позволили реализовать методическое обеспечение в виде программного комплекса для автоматизации анализа и синтеза организационных структур.

7. Апробация теоретических, методических и прикладных разработок на примерах реальных организационных структур предприятий ЗАО «МАП», ЗАО «ПТСК» и ЗАО «АКОМ» позволила произвести их совершенствование и получить экономический эффект.

#### **Основные результаты опубликованы:**

*- в ведущих рецензируемых журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией*

1. **Ильичев, А.В.** Методика совместного представления и анализа взаимосвязей организационных структур и бизнес-процессов [Текст] / А.В. Ильичев // Российское предпринимательство. – 2008. - №2/2. – С. 162-166. – 0,25 пл.

*- в других изданиях*

2. **Ильичев, А.В.** Структурно логические модели процессно-ориентированных организационных структур и их анализ [Текст] / А.В. Ильичев // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Сер. «Экономика». Вып. 13. Тольятти: ВУиТ, 2007. С. 197-203.
3. **Ильичев, А.В.** Комплексный коэффициент экономической эффективности [Текст]/ Ильичев А.В., Ильичев В.М.// Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Сер. «Экономика». Вып. 13. Тольятти: ВУиТ, - 2007. - С. 194-196.
4. **Ильичев, А.В.** Имитационная модель эволюции рынка [Текст] / Ильичев А.В. // Материалы Международной научной конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики» // Актуальные проблемы социально-экономического развития. Территориальные и отраслевые аспекты. Часть I. – Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, -2006. – С. 60-65.
5. **Ильичев, А.В.** Использование логики нечетких множеств в информационных системах оценки инвестиционных проектов [Текст] / А.В. Ильичев, В.М.

Ильичев // Сборник тезисов докладов региональной конференции «Состояние и перспективы развития инновационной деятельности в области сервиса Поволжского региона», - Тольятти, 2005. -С. 54.

6. **Ильичев, А.В.** Анализ критериев для оценки и совершенствования качества управления организационно экономическими объектами [Текст] / А.В. Ильичев // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем: сборник статей международной научно-технической конференции: - Ч. II. – Тольятти: Издательство ТГУС, 2007. – С. 165 -171.
7. **Ильичев, А.В.** Анализ бизнес-процессов при нормировании численности персонала в организации [Текст] / А.В. Ильичев // Корпоративное управление в России: Состояние, проблемы, развитие: Сб. науч. тр., вып. 4/ Под ред. Б.Н. Герасимова. – Самара: МАКУ, ПДЗ, СГАУ, 2007. – С. 29-32.
8. **Ильичев, А.В.** Оценка качества управления организационно экономическими объектами [Текст] / Ильичев А.В. // Управление качеством: теория, методология, практика: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Саранск, Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 113-116.
9. **Ильичев А.В.** Комплексные методы оценки деятельности персонала для предприятий с большой численностью [Текст] / А.В. Ильичев // Материалы V юбилейной международной научно-практической конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики» // Актуальные проблемы социально-экономического развития: территориальные и отраслевые аспекты. - Ч. I. – Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2008. – С. 121-130.
10. **Ильичев, А.В.** Оценка взаимодействия заинтересованных сторон в организационных системах [Текст] / А.В. Ильичев, В.М. Ильичев // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Сер. «Экономика». Вып. 15. Тольятти: ВУиТ, 2008.
11. **Ильичев, А.В.** Что предвещает разработку организационной структуры [Текст] / А.В. Ильичев // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Сер. «Экономика». - Вып. 15. -Тольятти: ВУиТ, 2008.
12. **И** [Текст] /  
Ил уды  
ХI и-та,  
20
13. **И** лям  
би гета  
им
14. **И** ичев  
// УС,  
20